



(74) **Anwälte:** MILLER, Toivo usw.; ABB Patent GmbH,
Wallstadter Strasse 59, 68526 Ladenburg (DE).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(81) **Bestimmungsstaat** (*national*): US.

(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.*

übertragen werden und sich jeder TDMA-Datenübertragungsblock aus sukzessive nacheinander folgenden Zeitschlitzten zusammensetzt. Jeder Zeitschlitz ist einem bestimmten Knoten zugeordnet. Die uplink Signale (UL.1...UL.n) von den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) zu der Basisstation (BS) können gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen (f1, f2, f3) gesendet werden, während die downlink Signale (DL) von der Basisstation (BSA) zu den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) auf lediglich einer, von den uplink Frequenzen unterschiedlichen Frequenz gesendet werden. Die Zeitschlitzte und die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Knoten werden einmal festgelegt und danach beibehalten.

Verfahren zum Betrieb eines Systems mit einer Vielzahl Knoten und einer Basisstation
gemäß TDMA und System hierzu

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betrieb eines Systems gemäß TDMA (Time Division Multiple Access) mit einer Vielzahl drahtloser Sensoren und / oder Aktoren als Knoten und einer Basisstation, welches in einer Maschine oder Anlage, wie Industrieroboter, Herstellungsautomat oder Fertigungsautomat installiert ist, wobei zyklische TDMA-Datenübertragungsblöcke übertragen werden und sich jeder TDMA-Datenübertragungsblock aus sukzessive nacheinander folgenden Zeitschlitzten zusammensetzt, wobei jeder Zeitschlitz einem bestimmten Knoten zugeordnet ist. Die Erfindung bezieht sich des weiteren auf ein System hierzu.

Als Sensoren bzw. Aktoren können Näherungsschalter/Näherungssensoren, Temperaturmesssensoren, Druckmesssensoren, Strommesssensoren oder Spannungsmesssensoren bzw. mikromechanische, piezoelektrische, elektrochemische, magnetostruktive, elektrostatische oder elektromagnetische Aktoren verwendet werden.

In der DE 199 26 799 A1 wird ein System für eine eine Vielzahl von drahtlosen Näherungssensoren aufweisende Maschine, insbesondere Fertigungsautomat, vorgeschlagen, wobei

- jeder Näherungssensor mindestens eine zur Energieaufnahme aus einem mittelfrequenten Magnetfeld geeignete Sekundärwicklung aufweist,
- wobei mindestens eine von einem mittelfrequenten Oszillator gespeiste Primärwicklung zur drahtlosen Versorgung der Näherungssensoren mit elektrischer Energie vorgesehen ist,
- und wobei jeder Näherungssensor mit einer Sendeeinrichtung ausgestattet ist, welche interessierende Sensor-Informationen beinhaltende Funksignale an eine zentrale, mit einem Prozessrechner der Maschine verbundene Basisstation abgibt.

Bei diesem drahtlosen System entfällt im Vergleich zu konventionellen Lösungen mit Draht/Kabelanschluss zur elektrischen Energieversorgung und zur Kommunikation der durch Planung, Material, Installation, Dokumentation und Wartung bedingte relativ hohe Kostenfaktor der Draht/Kabelanschlüsse. Es können keine Ausfälle aufgrund von Kabelbrüchen oder schlechten, beispielsweise korrodierten Kontakten auftreten.

In der DE 199 26 562 A1 werden ein Verfahren und eine Anordnung zur drahtlosen Versorgung einer Vielzahl Aktoren mit elektrischer Energie, ein Aktor und eine Primärwicklung hierzu sowie ein System für eine eine Vielzahl von Aktoren aufweisende Maschine vorgeschlagen, wobei die vorgeschlagene Technologie bezüglich Energieversorgung und Kommunikation gleichartig der vorstehend für die DE 199 26 799 A1 angegebenen Technologie ist.

Für die Funkübertragung wird dabei vorzugsweise die TDMA-Technologie (Time Division Multiple Access) eingesetzt, bei der die Signale (Informationen) von der Basisstation zu den Aktoren bzw. Sensoren (Knoten) als downlink Signale und von den Aktoren bzw. Sensoren (Knoten) zur Basisstation als uplink Signale jeweils in Form zyklischer TDMA-Datenübertragungsblöcke übermittelt werden, wobei jedem Sensor/Aktor (Knoten) ein bestimmter Zeitschlitz innerhalb eines Datenübertragungsblockes zugeordnet ist. Beim Stand der Technik wird die Anzahl mit einer Basisstation kommunikationsfähiger Knoten (Sensoren/Aktoren) durch die Anzahl der Zeitschlitz eines Datenübertragungsblockes festgelegt und damit begrenzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb eines Systems mit einer Vielzahl Knoten und einer Basisstation gemäß TDMA der eingangs genannten Art anzugeben, bei dem die Anzahl der mit der Basisstation kommunikationsfähigen Knoten erhöht ist. Des weiteren soll ein System hierzu angegeben werden.

Die Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruchs 1 erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die uplink Signale von den unterschiedlichen Knoten zu der Basisstation gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen gesendet werden können, während die downlink Signale von der Basisstation zu den unterschiedlichen Knoten auf lediglich einer, von den uplink Frequenzen unterschiedlichen Frequenz gesendet werden, wobei

die Zeitschlitzte und die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Knoten einmal festgelegt und danach beibehalten werden.

Die Aufgabe wird hinsichtlich des Systems mit einer Basisstation und einer Vielzahl Knoten dadurch gelöst, dass die uplink Signale von den unterschiedlichen Knoten zu der Basisstation gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen gesendet werden können, während die downlink Signale von der Basisstation zu den unterschiedlichen Knoten auf lediglich einer, von den uplink Frequenzen unterschiedlichen Frequenz gesendet werden, wobei die Zeitschlitzte und die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Knoten einmal festgelegt und danach beibehalten werden.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, dass die Kapazität des Systems mit einer Vielzahl von Knoten und einer Basisstation vergrößert wird, d. h. die Anzahl der möglichen, mit einer Basisstation kommunikationsfähigen Knoten wird bei Verwendung von zwei unterschiedlichen uplink Frequenzen verdoppelt, bei Verwendung von drei unterschiedlichen uplink Frequenzen verdreifacht usw. Der Einsatz zusätzlicher, mit eigenen downlink Frequenzen zu betreibender Basisstationen wird vermieden, wodurch zum einen vorteilhaft durch mehrere downlink Frequenzen verursachte Interferenzen verhindert werden, welche im allgemeinen bei Systemen mit mehreren Basisstationen auftreten und was zum anderen vorteilhaft Kosteneinsparungen zur Folge hat.

Weitere Vorteile sind aus der nachstehenden Beschreibung ersichtlich.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachstehend anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert. In der einzigen Figur ist ein System mit einer Vielzahl von Knoten $S.1, S.2...S.n$ (n = beliebige ganze positive Zahl), vorzugsweise Sensoren und/oder Aktoren (Knoten) und einer Basisstation BS dargestellt. Die Sensoren und/oder Aktoren $S.1, S.2...S.n$ sind beispielsweise innerhalb einer Anlage installiert oder an einer Maschine, insbesondere einem Fertigungsautomat befestigt. Es ist nachfolgend stets von Sensoren/Aktoren $S.1...S.n$ die Rede, wobei es sich beim

einzelnen Bauteil wahlweise um einen Sensor oder um einen Aktor handeln kann. Im allgemeinen weisen die Sensoren einen die Sensor-Umgebung detektierenden Sensor-kopf mit nachgeschalteter Signalauswertung sowie die Aktoren eine Aktoreinheit (beispielsweise ein Druckluftventil oder ein Schütz) sowie eine Ansteuereinheit hierfür auf.

Die Sensoren und/oder Aktoren $S.1...S.n$ weisen jeweils eine Kommunikationseinrichtung auf, welche den erforderlichen Funksender und Funkempfänger enthält, um derart eine drahtlose Kommunikation zwischen der Basisstation BS und den einzelnen Sensoren/Aktoren $S.1...S.n$ zu ermöglichen. Bei einem Sensor gelangt das aufbereitete Sensorsignal zu einem Modulator/Codierer mit nachgeschaltetem Funksender und Antenne, wo es an die Basisstation BS gesendet wird. Bei einem Aktor gelangt das von der Basisstation BS gesendete Ansteuersignal über eine Antenne, einen Funkempfänger und einen Demodulator/Decodierer zur Ansteuereinheit.

Die Basisstation BS ist zweckmäßig an einen Zentralrechner (Prozessrechner, Speicherprogrammierbare Steuerung) angeschlossen und weist eine Kommunikationseinrichtung auf, welche Sensorsignale der Sensoren und Meldesignale betreffend den aktuellen Zustand von Aktoren in Form von uplink Signalen $UL.1, UL.2...UL.n$ (uplink = "in Aufwärtsrichtung" = von den Sensoren/Aktoren zur Basisstation) empfängt, Ansteuersignale zur Aktivierung/Deaktivierung der Aktoren in Form von downlink Signalen DL (downlink = "in Abwärtsrichtung" = von der Basisstation zu den Sensoren/Aktoren) abgibt und Signale zur Einstellung von spezifischen Parametern der Aktoren und Sensoren ebenfalls in Form von downlink Signalen DL abgibt. Die Kommunikationseinrichtung der Basisstation BS weist zumindest eine Antenne auf, an welche ein Funkempfänger und ein Funksender angeschlossen sind. Die Signale des Funkempfängers werden einem Demodulator/Decodierer zugeführt und dem Funksender ist ein Modulator/Codierer vorgeschaltet.

Beim TDMA-Verfahren sendet die Basisstation BS zur kontinuierlichen Signalübertragung eine Folge von sukzessive aufeinanderfolgenden TDMA-Datenübertragungsblöcken bzw. Rahmen in Abwärtsrichtung aus, die von jedem Sensor/Aktor $S.1...S.n$ empfangen werden können. Ein zyklischer TDMA-Datenübertragungsblock oder Rahmen setzt sich aus m (m = beliebige ganze Zahl) sukzessive nacheinander folgenden Zeitschlitzten zusammen. Jeder Zeitschlitz ist einem bestimmten Sensor oder Aktor $S.1...S.n$ zugeordnet.

Um sicherzustellen, dass die in einem Zeitschlitz enthaltene Information auch dem richtigen Akteur zugeordnet wird, bzw. um sicherzustellen, dass ein Sensor die der Basisstation BS zu übermittelnde Information während des richtigen Zeitschlitzes absendet, enthält jeder Zeitschlitz ein typisches Synchronisationswort zur exakten Synchronisation zwischen Basisstation BS einerseits und Sensoren/Akteuren $S.1 \dots S.n$ andererseits. Ein Zeitschlitz eines TDMA-Datenübertragungsblocks setzt sich zusammen aus einer Synchronisations-Präambel, aus der Symbolfolge der eigentlichen Nachricht (Payload) und aus einem Sicherheitsabstand (Guard Time). Die Synchronisations-Präambel enthält die zur Synchronisierung zwischen Funkempfänger und Funksender erforderlichen Angaben.

Obwohl beispielsweise die Sensoren ihre Nachrichten in zufälligen Augenblicken generieren, erfolgt eine an den zugeordneten Zeitschlitz angepasste Übertragung der Daten. Ein Sensor/Akteur $S.1 \dots S.n$ sendet seinen Datenübertragungsblock in Aufwärtsrichtung (uplink Signal) nach Ablauf einer festen Zeitspanne, nachdem er die Information im zugehörigen Zeitschlitz in Abwärtsrichtung (downlink Signal) empfangen hat.

Der Empfänger der Basisstation BS kann aus der jedem Zeitschlitz zugeordneten Nummer und Frequenz unverwechselbar den jeweiligen Funksender, d. h. den relevanten Sensor/Akteur (Knoten) $S.1 \dots S.n$ bestimmen.

Wesentliches Kriterium der Erfindung ist es, dass die uplink Signale $UL.1, UL.2 \dots UL.n$ von den unterschiedlichen Sensoren/Akteuren $S.1 \dots S.n$ gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen gesendet werden, d. h. während eines uplink Zeitschlitzes werden gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen die Daten von unterschiedlichen Sensoren/Akteuren $S.1 \dots S.n$ gesendet. Ein Ausführungsbeispiel hierzu:

- Knoten $S.1$ sendet während des ersten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f_1 ,
- Knoten $S.2$ sendet während des ersten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f_2
- Knoten $S.3$ sendet während des ersten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f_3 ,

- Knoten S.4 sendet während des zweiten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f_1 ,
- Knoten S.5 sendet während des zweiten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f_2 ,
- Knoten S.6 sendet während des zweiten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f_3 ,
- Knoten S.7 sendet während des dritten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f_1 ,
- Knoten S.8 sendet während des dritten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f_2 ,
- Knoten S.9 sendet während des dritten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f_3 ,
- Knoten S.10 sendet während des vierten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f_1 ,
- Knoten S.11 sendet während des vierten Zeitschlitzes eines Datenübertragungsblockes auf der Frequenz f_2 usw.

Die downlink Signale DL werden im Unterschied hierzu auf lediglich einer einzigen Frequenz gesendet, d. h. während eines jeden downlink Zeitschlitzes werden die Daten an zwei, drei oder mehr Sensoren/Aktoren S.1...S.n gleichzeitig gesendet, was durch geeignetes Packen der Daten erfolgt. Diese Verfahrensweise hat den Vorteil, dass insgesamt weniger Frequenzen durch das System belegt werden.

Die Funktionsweise der Basisstation BS ermöglicht dementsprechend den gleichzeitigen Empfang von zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen entsprechend den Frequenzen der uplink Signale. Im einfachsten Fall bedeutet dies, dass zwei, drei oder mehr separate Empfänger – jeweils zum Empfang einer festen Frequenz eingestellt – vorgesehen sind. Jeder Empfänger kann eine eigene Empfangsantenne aufweisen. Alternativ kann eine gemeinsame Empfangsantenne für alle Empfänger vorgesehen sein. Des weiteren ist es realisierbar, dass bestimmte analoge und/oder digitale Baukomponenten gemeinsam für alle Empfangsfrequenzen vorgesehen sind, während andere Baukomponenten empfangsfrequenzspezifisch ausgebildet sind.

Selbstverständlich werden die uplink Signale nur dann gebildet und gesendet, wenn die entsprechenden Knoten entsprechende Informationen, beispielsweise Sensor-Daten oder Empfangsbestätigungen, zu senden haben, d. h. es ist selbstverständlich nicht zwingend erforderlich, dass jeder Knoten während eines jeden ihm zugeordneten Zeitschlitzes sendet.

Die uplink Zeitschlitzze werden frequenz-orthogonal (einander nicht beeinflussend, nicht überlappend) benutzt, d. h. die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Sensoren/Aktoren werden derart festgelegt, dass Interferenzen innerhalb des Systems möglichst vermieden werden. Ebenso ist die downlink Frequenz orthogonal zu den verwendeten uplink Frequenzen.

Dabei werden die Zeitschlitzze und die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Knoten einmal - während der Konfiguration des Systems - festgelegt und danach beibehalten.

Aufbauend auf den und unter Beachtung der vorstehenden Erläuterungen ist es auch möglich, das aus einer Basisstation und einer Vielzahl Knoten bestehende System sowohl für die uplink Signale als auch für die downlink Signale nach dem Frequency Hopping Verfahren zu betreiben, um derart die Qualität der drahtlosen Kommunikation zu erhöhen.

Frequency Hopping FH ist ein bekanntes Verfahren auf dem Gebiet der drahtlosen Kommunikation, um frequenz-selektivem Fading und Interferenzen entgegenzuwirken. Die Übertragungsfrequenz (Trägerfrequenz) springt dabei über einem weiten Frequenzband gemäß einer festgelegten Sprung-Frequenzfolge (Frequency Hopping Frequenzfolge), welche sowohl dem Sender als auch dem Empfänger bekannt ist. Für Übertragungskanäle mit frequenzabhängigen Übertragungsbedingungen und relativ hohen Fehlerraten kann mittels Frequency Hopping sichergestellt werden, dass eine Übertragung mit ausreichender Qualität und ausreichend niedriger Fehlerrate erfolgt. In Verbindung mit Fehlerüberwachungsverfahren – wie beispielsweise FEC (Forward Error Correction) oder ARQ (Automatic Repeat Request) – ist vielfach mittels eines Frequency Hopping Systems eine zuverlässige Kommunikation erzielbar.

Die Grundlagen des Frequency Hopping sind beispielsweise aus J. G. Proakis, Digital Communications, McGraw Hill, 1983, Section 8.3, pp. 580 – 587 bekannt.

Des weiteren wird auf das Fachbuch K. Dostert, Powerline Kommunikation, Francis Verlag GmbH Poing, 2000, Seiten 116 – 123 hingewiesen.

Der Wechsel der gemäß der Frequency Hopping Frequenzfolge festgelegten Frequenzen erfolgt dabei vorzugsweise rahmenweise. Die Erzeugung der Frequency Hopping Frequenzfolge erfolgt beispielsweise auf Basis der Taktgebersignale der Basisstation, welche den Knoten mittels der downlink Signale zugeleitet werden.

Die Frequency Hopping Frequenzfolgen sind dabei vorteilhaft derart festgelegt,

- dass die uplink Frequenzen und die downlink Frequenzen das gleiche Gesamt-Frequenzband benutzen,
- dass die Frequenzfolgen nur geringe Korrelation aufweisen,
- dass alle Frequenzen des zugewiesenen Frequenzbandes verwendet werden,
- dass unmittelbar aufeinanderfolgende Frequenzsprünge einen möglichst weiten Abstand aufweisen,
- dass die unterschiedlichen, gleichzeitig auftretenden uplink Frequenzen sowie die gleichzeitig auftretende downlink Frequenz keine Interferenzen verursachen.

Es ist dabei jedoch nicht zwingend erforderlich, dass die Frequency Hopping Frequenzfolgen alle vorstehend angeführten Kriterien erfüllen.

Patentansprüche

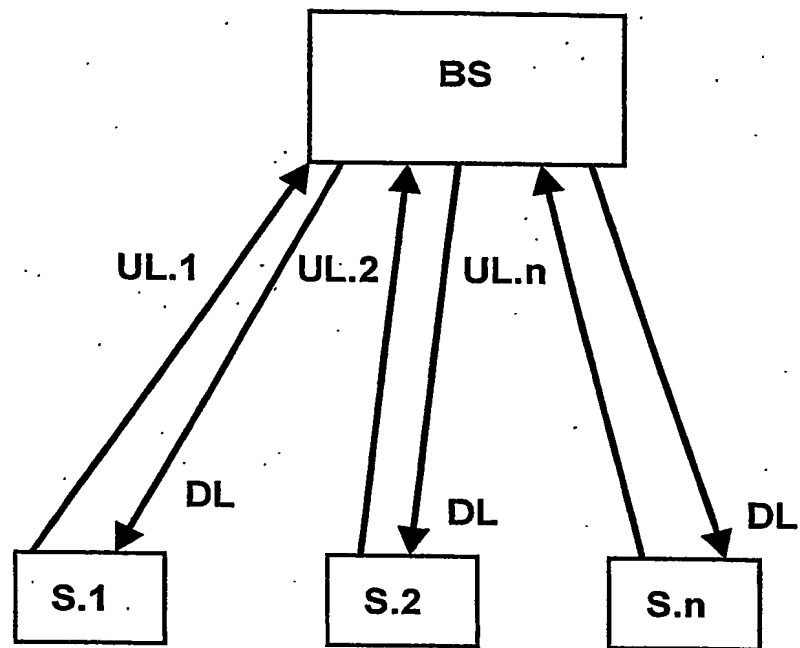
1. Verfahren zum Betrieb eines Systems gemäß TDMA (Time Division Multiple Access) mit einer Vielzahl drahtloser Sensoren und / oder Aktoren als Knoten (S.1...S.n) und einer Basisstation (BS), welches in einer Maschine oder Anlage, wie Industrieroboter, Herstellungsautomat oder Fertigungsautomat installiert ist, wobei . zyklische TDMA-Datenübertragungsblöcke übertragen werden und sich jeder TDMA-Datenübertragungsblock aus sukzessive nacheinander folgenden Zeitschlitzten zusammensetzt, wobei jeder Zeitschlitz einem bestimmten Knoten zugeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die uplink Signale (UL.1...UL.n) von den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) zu der Basisstation (BS) gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen (f1, f2, f3) gesendet werden können, während die downlink Signale (DL) von der Basisstation (BSA) zu den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) auf lediglich einer, von den uplink Frequenzen unterschiedlichen Frequenz gesendet werden, wobei die Zeitschlitzte und die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Knoten einmal festgelegt und danach beibehalten werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Sensoren und / oder Aktoren (S.1...S.n) und die downlink Frequenz derart festgelegt werden, dass Interferenzen möglichst vermieden werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Frequency Hopping Verfahren verwendet wird.

4. System mit einer Vielzahl drahtloser Sensoren und/oder Aktoren als Knoten (S.1...S.n) und einer Basisstation (BS), welches in einer Maschine oder Anlage, wie Industrieroboter, Herstellungsautomat oder Fertigungsautomat installiert ist, wobei zwischen der Basisstation und den Knoten sowie zwischen den Knoten und der Basisstation zyklische TDMA-Datenübertragungsblöcke übertragen werden, dadurch gekennzeichnet, dass die uplink Signale (UL.1...UL.n) von den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) zu der Basisstation (BS) gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschied-

lichen Frequenzen (f_1 , f_2 , f_3) gesendet werden können, während die downlink Signale (DL) von der Basisstation (BSA) zu den unterschiedlichen Knoten ($S.1 \dots S.n$) auf lediglich einer, von den uplink Frequenzen unterschiedlichen Frequenz gesendet werden, wobei die Zeitschlitz und die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Knoten einmal festgelegt und danach beibehalten werden.



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. März 2004 (18.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/023419 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G08C 17/02**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP2003/008691**

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. August 2003 (06.08.2003)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:
102 37 799.5 17. August 2002 (17.08.2002) DE
103 34 873.5 29. Juli 2003 (29.07.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ABB RESEARCH LTD.** [CH/CH]; Affolternstrasse
52, CH-8052 Zürich (CH).

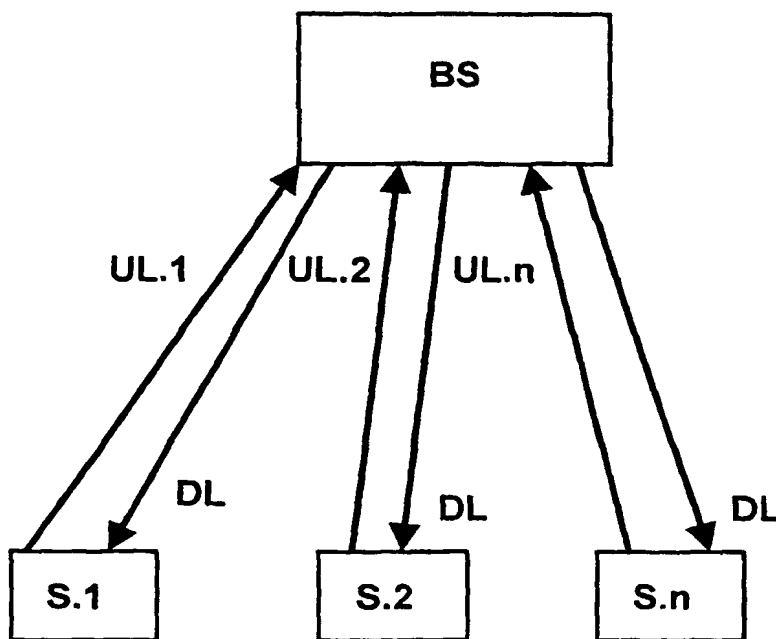
(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **APNESETH, Christof-**
fer [NO/NO]; Conradsgatan 3A, N-0559 Oslo (NO).
VEFLING, Harald [NO/NO]; Gipoveien 37, N-3140
Borgheim (NO). **ENDRESEN, Jan** [NO/NO]; En-
gelsrudlia 57, N-1385 Asker (NO). **DZUNG, Dacfy**
[CH/CH]; Albisstrasse 1, CH-5430 Wetztingen (CH).

(74) Anwälte: **MILLER, Toivo** usw.; ABB Patent GmbH,
Wallstadter Strasse 59, 68526 Ladenburg (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A SYSTEM COMPRISING A PLURALITY OF NODES AND A BASE STATION AC-
CORDING TO TDMA, AND ASSOCIATED SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES SYSTEMS MIT EINER VIELZAHL KNOTEN UND EINER BASIS-
STATION, GEMÄSS TDMA UND SYSTEM HIERZU



(57) Abstract: Disclosed is a method for operating a system according to time division multiple access (TDMA), comprising a plurality of wireless sensors and/or actuators as nodes (S.1 ... S.n) and a base station (BS), said system being installed in a machine or an installation, such as an industrial robot, automatic production or fabrication machine. Cyclical TDMA data transmission blocks are transmitted, each TDMA data transmission block being composed of successive time slots, each of which is assigned to a specific node. The uplink signals (UL.1 ... UL.n) from the different nodes (S.1 ... S.n) to the base station (BS) can be simultaneously transmitted on two, three or more different frequencies (f1, f2, f3) while the downlink signals (DL) from the base station (BSA) to the different nodes (S.1 ... S.n) are transmitted on a single frequency that is different from the uplink frequencies. The time slots and the different uplink frequencies are defined once and are subsequently maintained.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Betrieb eines Systems gemäß TDMA (Time Division Multiple Access) mit einer Vielzahl drahtloser Sensoren und / oder Aktoren als Knoten (S.1...S.n) und einer Basisstation (BS) vorgeschlagen, welches in einer Maschine oder Anlage, wie Industrieroboter, Herstellungsautomat oder Fertigungsautomat installiert ist, wobei zyklische TDMA-Datenübertragungsblöcke übertragen werden und sich jeder TDMA-Datenübertragungsblock aus sukzessive nacheinander folgenden

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/023419 A3



(81) Bestimmungsstaat (*national*): US.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen
Recherchenberichts:

27. Mai 2004

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Zeitschlitzten zusammensetzt. Jeder Zeitschlitz ist einem bestimmten Knoten zugeordnet. Die uplink Signale (UL.1...UL.n) von den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) zu der Basisstation (BS) können gleichzeitig auf zwei, drei oder mehr unterschiedlichen Frequenzen (f1, f2, f3) gesendet werden, während die downlink Signale (DL) von der Basisstation (BSA) zu den unterschiedlichen Knoten (S.1...S.n) auf lediglich einer, von den uplink Frequenzen unterschiedlichen Frequenz gesendet werden. Die Zeitschlitz und die unterschiedlichen uplink Frequenzen der unterschiedlichen Knoten werden einmal festgelegt und danach beibehalten.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No
 PCT/EP 03/08691

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G08C17/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 G08C H04Q G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 022 674 A (STOBBE ANATOLI) 26 July 2000 (2000-07-26) column 3, line 25 - line 39 column 5, line 48 - column 6, line 11 column 8, line 4 - line 24 column 9, line 3 - line 15 column 10, line 58 - column 12, line 41	1, 2, 4
X	US 5 748 103 A (FLACH TERRY E ET AL) 5 May 1998 (1998-05-05) column 4, line 66 - column 5, line 52 column 8, line 1 - column 9, line 40 column 10, line 55 - line 65 --- -/-	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 March 2004

Date of mailing of the international search report

05/04/2004

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pham, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/08691

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 4 614 945 A (NELSON JON R ET AL) 30 September 1986 (1986-09-30) column 5, line 1 -column 6, line 18 column 11, line 24 -column 12, line 22 column 26, line 15 - line 35 -----</p>	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/08691

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1022674	A	26-07-2000	DE 19901984 A1 EP 1022674 A2	31-08-2000 26-07-2000
US 5748103	A	05-05-1998	AU 7116896 A WO 9718639 A1 US 6213942 B1 US 6589170 B1 US 5944659 A US 5767791 A US 2001023315 A1 US 2001034475 A1	05-06-1997 22-05-1997 10-04-2001 08-07-2003 31-08-1999 16-06-1998 20-09-2001 25-10-2001
US 4614945	A	30-09-1986	AT 75868 T AU 5515786 A CA 1254949 A1 DE 3685183 D1 DE 217824 T1 EP 0217824 A1 JP 6042279 B JP 62502713 T WO 8605024 A1	15-05-1992 10-09-1986 30-05-1989 11-06-1992 17-12-1987 15-04-1987 01-06-1994 15-10-1987 28-08-1986

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/08691

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G08C17/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G08C H04Q G06K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 022 674 A (STOBBE ANATOLI) 26. Juli 2000 (2000-07-26) Spalte 3, Zeile 25 - Zeile 39 Spalte 5, Zeile 48 - Spalte 6, Zeile 11 Spalte 8, Zeile 4 - Zeile 24 Spalte 9, Zeile 3 - Zeile 15 Spalte 10, Zeile 58 - Spalte 12, Zeile 41	1, 2, 4
X	US 5 748 103 A (FLACH TERRY E ET AL) 5. Mai 1998 (1998-05-05) Spalte 4, Zeile 66 - Spalte 5, Zeile 52 Spalte 8, Zeile 1 - Spalte 9, Zeile 40 Spalte 10, Zeile 55 - Zeile 65 --- -/-	1-4



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. März 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/04/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Pham, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/08691

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>US 4 614 945 A (NELSON JON R ET AL)</p> <p>30. September 1986 (1986-09-30)</p> <p>Spalte 5, Zeile 1 -Spalte 6, Zeile 18</p> <p>Spalte 11, Zeile 24 -Spalte 12, Zeile 22</p> <p>Spalte 26, Zeile 15 - Zeile 35</p> <p>-----</p>	1-4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/08691

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1022674	A	26-07-2000	DE	19901984 A1	31-08-2000
			EP	1022674 A2	26-07-2000
US 5748103	A	05-05-1998	AU	7116896 A	05-06-1997
			WO	9718639 A1	22-05-1997
			US	6213942 B1	10-04-2001
			US	6589170 B1	08-07-2003
			US	5944659 A	31-08-1999
			US	5767791 A	16-06-1998
			US	2001023315 A1	20-09-2001
			US	2001034475 A1	25-10-2001
US 4614945	A	30-09-1986	AT	75868 T	15-05-1992
			AU	5515786 A	10-09-1986
			CA	1254949 A1	30-05-1989
			DE	3685183 D1	11-06-1992
			DE	217824 T1	17-12-1987
			EP	0217824 A1	15-04-1987
			JP	6042279 B	01-06-1994
			JP	62502713 T	15-10-1987
			WO	8605024 A1	28-08-1986